

Verkehrswegebau

Der Pflastermonolith – eine Bauweise für gebundene Pflasterdecken

von Prof. Dr.-Ing. Klaus Jordan, Dresden



1. Zentralhaltestellenbereich Dresden Postplatz: intensive Nutzung durch Busse und Straßenbahnen
Aufnahme: DVB

Die Befestigung von Verkehrsflächen mit einer ungebundenen Pflasterdecke hat eine lange Tradition und ist üblicherweise mit dem Prädikat der Dauerhaftigkeit eng verbunden. Obwohl Natursteinpflaster eine teure Bauweise ist, bietet sie ökologische und optische Vorteile mit einem letztlich guten Preis-Nutzungsverhältnis. Die Fortführung dieser vorteilhaften Erfahrungen mit gebundenen Pflasterdecken stellt heute selbst Fachleute vor erhebliche Herausforderungen, was u.a. dadurch belegt wird, dass es sich bei dieser Bauausführung um eine Sonderbauweise handelt. Sie ist z.B. in den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) bislang nicht aufgenommen. Deshalb sind Anstrengungen zur Weiterentwicklung dringend erforderlich. Die folgenden Ausführungen sollen dazu einen Beitrag leisten.

Für die Planung, Durchführung und Abnahme von ungebundenen Pflasterdecken bestehen etliche Ausarbeitungen, deren Einhaltung bei fachgerechter Arbeit eine hochwertige Leistung sicherstellen soll. Diese fachtechnischen Unterlagen haben nur empfehlenden Charakter. Der Umstand weist u.a. auf die Dringlichkeit und die Notwendigkeit von Weiterentwicklungen hin. Andererseits werden in erheblichem Umfang gebundene Pflasterdecken geplant und ausgeführt. Dabei handelt es sich dann regelmäßig um Sonderbauweisen.

In der DIN-ATV 18318 (Allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen), Ausgabe 2012, befindet sich eine Formulierung, die grundsätzlich den Weg zur Weiterentwicklung der Pflasterbauweise aufweist, indem formuliert wurde: „Wenn andere als in der ATV vorgesehene Regelungen getroffen werden sollen, sind diese in der Leistungsbeschreibung eindeutig und im Einzelnen anzugeben.“

Diese Verfahrensweise ermöglicht für Bauherren technische Innovationen, setzt aber bei genauem Hinsehen voraus, dass eingehende Voruntersuchungen und Probeflächen ausgeführt werden müssten. Nur auf dieser Basis können letztlich die Kenntnisse erworben werden, die für die Formulierung der Angaben zu den geforderten Details erforderlich sind. Ferner bedarf es eines erhöhten Aufwandes für die Qualitätssicherung und alle am Bau Beteiligten müssen detailliert über die Besonderheiten der Leistung informiert werden.

Im FGSV-Arbeitspapier 612/2 (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.) und im WTA-Merkblatt (Wissenschaftlich-Technische

Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege) [1, 2] ist eine Art der Bauausführung benannt. Es bestehen jedoch gebundene Pflasterdecken, die abweichend von den dort genannten Vorgaben mit Erfolg ausgeführt wurden. Deshalb bestehen aktuell zwei voneinander abweichende Bauweisen für die Ausführung von gebundenen Pflasterdecken.

Betrachtungen zu den technologischen und konstruktiven Grundlagen, den Gemeinsamkeiten, aber auch zu den Besonderheiten der Ausführung und zu den aktuell vorliegenden Erfahrungen bei der Nutzung werden im Folgenden den Schwerpunkt bilden. In der zusammenfassenden Bewertung wird kurz auf einige wesentliche Ausführungen eingegangen, die in einer gutachterlichen Stellungnahme zur Begründung einer Bedenkenanmeldung gegen die Bauweise Pflastermonolith im Jahre 2005 vorgetragen wurden. Unter Einbeziehung der grundlegenden theoretischen Ansätze und der gesammelten Erfahrungen, wird auf die nicht zutreffenden Aussagen in der genannten Unterlage hingewiesen.

In dem genannten Jahr wurde von den zuständigen Planern die Ausführung von umfangreichen Verkehrsflächen im Zentrum von Dresden in einer Pflasterbauweise beschlossen (Abb. 1).

In diesem Zusammenhang waren u.a. Verkehrsbefestigungen auszuführen, die sowohl den architektonischen Anforderungen als auch denen, die sich aus der Nutzung durch die Straßenbahn und vor allem durch den erheblichen Busverkehr ergaben.

Aufgrund der Anforderungen durch die geplante Busnutzung schied eine Ausführung in traditioneller, ungebundener Pflasterbauweise aus.

Auf der Grundlage der zu erwartenden Beanspruchungen wurde eine spezielle Form der gebundenen Pflasterdecke durch die Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB) in enger Zusammenarbeit mit Praxispartnern und Instituten entwickelt. Dabei ging es v.a. darum, die freie Bewegung der Schiene zuzulassen und gleichzeitig durch Abstimmung der Eigenschaften von Naturstein, Beton, Bettungs- und Fugenmaterial eine dauerhaft stabile Aufnahme und Ableitung der Beanspruchungen durch die Konstruktion zu gewährleisten. Die entwickelte Bauform wurde als Pflastermonolith benannt. Nach den seinerzeit (und auch heute noch) vorliegenden Vorschriften und Arbeitsempfehlungen war das eine Sonderbauweise, die aber auch von dem zutreffenden Arbeitspapier der FGSV bzw. dem WTA-Merkblatt abwich.

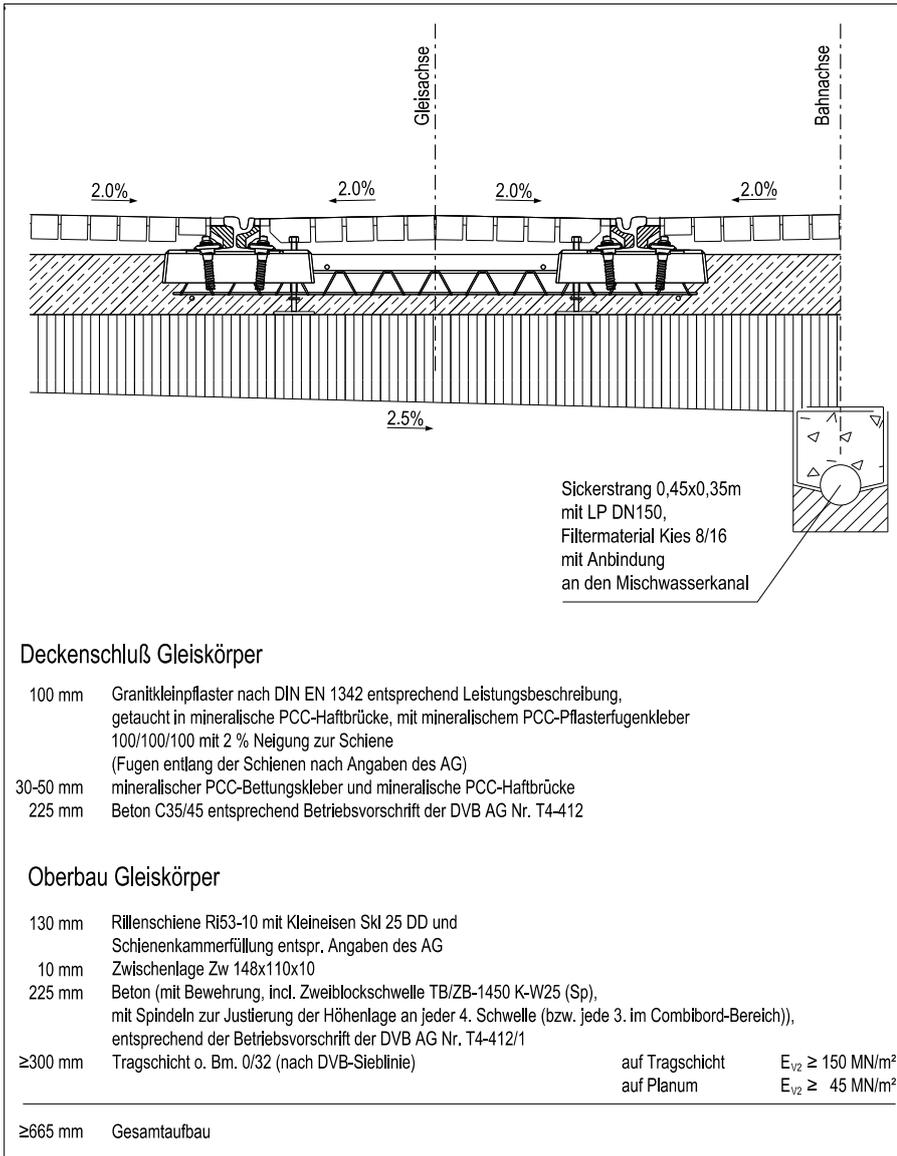
Im Sinne des technischen Fortschritts wurde diese Ausführung als vertretbar bewertet. Um eine hohe Qualität zu sichern, wurde die Arbeit u.a. durch qualifizierte Voruntersuchungen, z.B. durch spezielle Prüfungen im Labor, umfangreiche technologische Vorbereitungen, erhöhten Aufwand für die Nebenleistungen und die genaue Einweisung der am Bau Beteiligten begleitet.

Konstruktive Bewertung des Oberbaus Pflastermonolith

Die benannten Voruntersuchungen liefen dann auf eine spezielle, eigenständige Bauweise hinaus, die bezüglich der konstruktiven Bewertung als starre Befestigung einzustufen ist.

Um die konstruktiven Anforderungen an diesen Befestigungsaufbau einzuhalten, musste ein möglichst homogenes, kompaktes Schichtenpaket geplant und ausgeführt werden. Die Basis bildete eine hochwertige Tragschicht aus Beton mit verkehrsbauspezifischen Expositionseigenschaften.

Die Verformungseigenschaft „starr“ bedeutet in der Praxis des Verkehrsbaus jedoch nicht, dass z.B. keine vertikale elastische Einsenkung



Deckenschluß Gleiskörper

- 100 mm Granitkleinpflaster nach DIN EN 1342 entsprechend Leistungsbeschreibung, getaucht in mineralische PCC-Haftbrücke, mit mineralischem PCC-Pflasterfugenkleber 100/100/100 mit 2 % Neigung zur Schiene (Fugen entlang der Schienen nach Angaben des AG)
- 30-50 mm mineralischer PCC-Bettungskleber und mineralische PCC-Haftbrücke
- 225 mm Beton C35/45 entsprechend Betriebsvorschrift der DVB AG Nr. T4-412

Oberbau Gleiskörper

- 130 mm Rillenschiene Ri53-10 mit Kleisenen Skl 25 DD und Schienenkammerfüllung entspr. Angaben des AG
- 10 mm Zwischenlage Zw 148x110x10
- 225 mm Beton (mit Bewehrung, incl. Zweiblockschwelle TB/ZB-1450 K-W25 (Sp), mit Spindeln zur Justierung der Höhenlage an jeder 4. Schwelle (bzw. jede 3. im Combibord-Bereich)), entsprechend der Betriebsvorschrift der DVB AG Nr. T4-412/1
- ≥300 mm Tragschicht o. Bm. 0/32 (nach DVB-Sieblinie) auf Tragschicht $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$
auf Planum $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
- ≥665 mm Gesamtaufbau

2. Regelquerschnitt eines Gleises in monolithischer Pflasterbauweise mit Schienenprofil Ri 53-10, vgl. [4]
Abbildung: DVB

unter der Einwirkung von Lkw-Radkräften eintritt. Durch den notwendigen Einbau von Stahlbewehrungen wurde diese konstruktive Eigenschaft zusätzlich ertüchtigt.

Beim Einsatz einer hydraulisch gebundenen Tragschicht hängt die Größe der elastischen Einsenkung unter einer definierten Belastung u.a. von der Schichtdicke der Tragschicht ab. Aber auch die Festigkeitseigenschaften des Materials (z.B. der Elastizitätsmodul) haben einen Einfluss. Letztlich haben die Größe der Verformungsmoduln auf dem Planum und der Frostschuttschicht einen weiteren Einfluss auf das Tragverhalten der Befestigung. Auf diese Aspekte hat u.a. Lanicca [3] mit der Anmerkung: „Es ist besser eine dickere Tragschicht einzubauen als eine dünnere, denn im Preisvergleich mit dem Natursteinbelag ist die Tragschicht wesentlich kostengünstiger“ hingewiesen.

In einer gebundenen Pflasterdecke treten unter einer Verkehrslast in der Fläche somit unterschiedliche Spannungen auf. Während im Lastzentrum an der Oberfläche Druckspannungen vorliegen, sind es an der Unterseite Zugspannungen, die auch in geringem Umfang am Auslaufbereich der Einsenkungsmulde an der Oberfläche auftreten können. Werden zusätzlich durchgehende Bewegungsfugen angeordnet, treten v.a. bei der Belastung an den Ecken und Seiten der Platten beachtenswerte Spannungszustände auf.

Die Intensität der Verkehrsbeanspruchungen auf eine gebundene Pflasterdecke hängt von der Dicke bzw. Qualität der einzelnen Schicht(en),

dem festen Verbund zwischen den gebundenen Schichten des Oberbaus und der Tragfähigkeit auf dem Planum ab.

Somit kann man feststellen, dass an der Oberseite der gebundenen Pflasterdecke Druck- und Zugspannungen im Wechsel durch die Verkehrsbelastung hervorgerufen werden und die Größe der Zugspannungen auf der Unterseite des Pflastermonoliths v.a. von der Gesamtschichtdicke und Homogenität des gebundenen Schichtenpaketes abhängt. In diesem Sinne wurde der Ausdruck „Pflastermonolith“ definiert.

Die genannten Spannungen, die durch die Einwirkung von Verkehrskräften entstehen, können sich mit den Spannungen überlagern, die durch Schwindvorgänge und/oder durch thermisch bedingte Längenänderungen hervorgerufen werden. Deshalb ist das konstruktive Verhalten des Pflastermonoliths mit dem mechanischen einer Betondecke gut vergleichbar.

Weitere Besonderheiten des Pflastermonoliths in der Gleiszone

Da gebundene Pflasterdecken zunehmend häufiger ausgeführt werden, wurde von einer Arbeitsgruppe der FGSV das Arbeitspapier „Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung“ erarbeitet. Des Weiteren erschien das Merkblatt 5-21-09/0 mit dem Titel: „Gebundene Bauweise – historisches Pflaster“.

In beiden Ausarbeitungen und in diversen Vorträgen und Veröffentlichungen wird darauf hingewiesen, dass es eine dichte gebundene Pflasterdecke nicht gibt und deshalb sowohl das Bettungsmaterial der Pflasterdecke, die gebundene Tragschicht als auch die ungebundene Frostschuttschicht und letztlich eigentlich auch der Unterbau/Untergrund eine Mindestdurchlässigkeit für Wasser zum Zeitpunkt der Herstellung aufweisen sollen. Benannt wird in der Regel ein k_f -Wert $\geq 10^{-6}$ m/s. Ein Abweichen von dieser Ausführung wird nicht in Betracht gezogen.

Da in dem genannten Oberbau keine Wartungsarbeiten zur Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Durchlässigkeit möglich sind und weil sich diese Eigenschaft durch Ablagerung (Kolmation) von

mineralischen und/oder organischen Stoffen vermindern wird, stellt eine solche Ausführung im Gleisbereich unter Beachtung einer angestrebten Nutzungsdauer von ca. 50 Jahren kein überzeugendes Konzept dar, zumal diese Selbstdichtung durch Einträge von außen meist nicht dauerhaft unterbunden werden kann.

Beim Pflastermonolith wurde, u.a. wegen der nicht über ca. 50 Jahre zu gewährleistenden Durchlässigkeit von Bettungs- oder Tragschicht, diese Anforderung nicht beachtet. Das ist jedoch nur ein Grund, der gegen die Anwendung einer hohlraumreichen, hydraulisch gebundenen Pflasterbettung und/oder Tragschicht im Straßenbahngleisbereich spricht. Mit einem solchen Material wird v.a. den konstruktiven Anforderungen des Straßenbahnoberbaus nicht entsprochen.

Der Verkehrsbefestigung für die Straßenbahn mit intensiver Busnutzung liegt ein Konstruktionsprinzip zugrunde, das dem Prinzip des vollgebundenen Oberbaus nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen entspricht und hier als Pflastermonolith bezeichnet wird.

Einen grundlegenden Ausgangspunkt für diesen Konstruktionsaufbau stellt die in diesem Zusammenhang vorgesehene Straßenbahnoberbauform dar (Abb. 2). Im vorliegenden Fall war das die „Feste Fahrbahn mit Keil-W-Befestigung“. Dabei handelt es sich um einen Oberbau, der aus vor Ort einbetonierten Zweiblockschwellen mit jeweils elastischer Schienenlagerung besteht.

Für die üblichen Dresdner Baugrundverhältnisse und die zu beachtende Klimazone wurde der in Abbildung 2 dargestellte Oberbau mit einer Gesamtdicke ≥ 665 mm konzipiert. Dabei bestehen die einzelnen Schichten aus:

- 130 mm Schiene Ri 53-10
- 10 mm Zwischenlage
- 225 mm Zweiblockschwelle in Ortbeton C 35/45 entsprechend Betriebsvorschrift der DVB AG Nr. T4-412/2, Ük 2 und der Konsistenz F3, Größtkorn 16 mm
- 300 mm Frostschuttschicht mit $E_{v2} \geq 120$ N/mm², Planum mit $E_{v2} \geq 45$ N/mm²

Der gebundene Teil der Befestigung (Pflastermonolith) wird beim Einsatz von Pflaster aus Lagen gebildet:

- 100 mm Pflastersteinen nach DIN 1342, bei zusätzlicher Definition der Höhentoleranzen
- 40 mm Bettungsmaterial
- 225 mm Ortbeton C 35/45 entsprechend Betriebsvorschrift der DVB Nr. T4-412/2, Ük 2 und der Konsistenz F3, Größtkorn 16 mm

Bei dem Ortbeton, der zum Auffüllen des Raumes zwischen den Halbschwellen eingesetzt wird, handelt es sich um einen Beton mit speziellen Anforderungen für den Verkehrsbau.

Der Ortbeton schließt u.a. die Bewehrung, welche die Halbschwellen verbindet, mit ein. Durch diese im Abstand von i.d.R. 0,75 m querliegende Bewehrung werden in Längsrichtung pro Gleis vier Stähle des Durchmessers 16 mm eingebaut, wobei jeweils zwei Stäbe im oberen und im unteren Bereich des Ortbetons liegen. Mit dieser Gesamtbewehrung wird kein Stahlbeton ausgeführt. Mit dieser Bewehrung werden aber wirkungsvoll und vorteilhaft

- die Rissabstände,
- die möglichen Rissweiten und
- die Querkräfte an den Rissufern sowie
- die Ableitung der Verkehrskräfte

auf die Gesamtkonstruktion beeinflusst (Abb. 3).

Eine wesentliche Zielstellung bei dem beschriebenen Pflastermonolith besteht darin, dass sich Risse im gebundenen Teil des Oberbaus in moderaten und etwa gleichen Abständen (ca. je 0,75 m) ausbilden und damit klein bleiben. Es wird die Entstehung von „Paketrisse“ damit erfolgreich vermieden (Abb. 4).

Die Risse wirken nach dem Prinzip von Scheinfugen in einer Betondecke. Sie werden nicht durch Teileinkerbung gesteuert, sondern vom Abstand der Halbschwellen.

Voraussetzung hierbei ist eine sorgfältige Vorbereitung und Durchführung der Betonage, u.a. durch die Aufstellung eines detaillierten Bauablaufes. So ist z.B. auf das Anfeuchten der ungebundenen Tragschicht und der Zweiblockschwellen, auf Grund des niedrigen Wasserzementwertes (w/z-Wert) der verwendeten Betone, unbedingt zu achten. Von eminenter Bedeutung ist hier auch die Nachbehandlung. Diese reicht vom Lösen der Schienen, um die Einleitung schädigender Längskräfte in den jungen Beton zu minimieren, bis hin zum Abdecken und Wässern des Betons.

Zur Tragplatte ist festzustellen, dass sie u.a. aus einer hochwertigen Betonschicht besteht, die durch den Einbau der vorgefertigten Zweiblockschwellen nicht homogen ist.

An den seitlichen Schwellenflanken liegt stets durch den Anschluss von neuem Beton an den vorgefertigten Elementen eine gewisse Inhomogenität vor, so dass Schwindvorgänge dort zu kleinen Bewegungen führen können, die aber in Längs- und Querrichtung durch die Stahleinlagen begrenzt werden.

Die 22,5 cm dicke Betontragplatte ist im Sinne einer Wasserversickerung wasserundurchlässig. Diese Ausführung wurde bewusst der Konzeption im Arbeitspapier entgegengesetzt. Dabei ist v.a. die gesamte Befestigung zu beachten.

Ein sehr wichtiges Bauteil bei dieser Verkehrsflächenbefestigung stellt die Bettungsschicht dar, die unter Verwendung eines frost- und tausalzbeständigen Bettungsklebers hergestellt wird, mit dem Haftzugfestigkeiten von weit über 1,5 N/mm² zur Betontragschicht und auch zur Sohle der



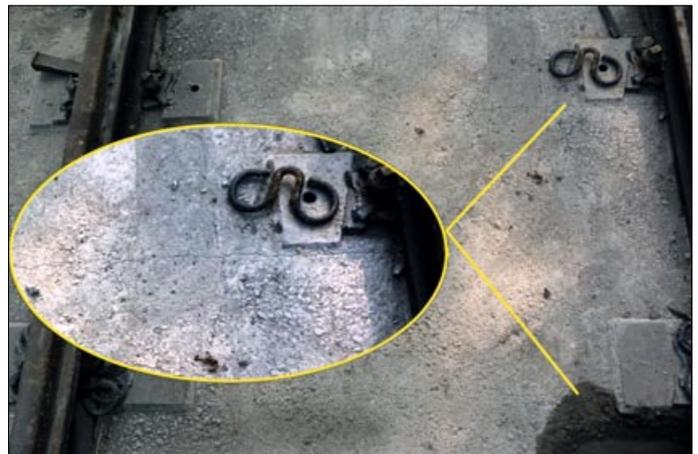
3. RHEDA-CITY-Oberbau eines Gleises mit Quer- und Längsbewehrung

Aufnahme: K. Jordan

Pflastersteine recht sicher erreicht werden. Derartige Haftzugfestigkeiten sind an einem Bettungsmaterial, das einen Hohlraumgehalt um 20 Vol.-% aufweist, nur schwer zu realisieren.

Des Weiteren erfordert das Konzept für den Oberbau RHEDA CITY – nach dem Prinzip der Festen Fahrbahn – den Einsatz von Normalbeton mit den genannten Kennwerten. Zu beachten ist dabei unbedingt die Entfernung etwaiger Nachbehandlungsmittel und eine Vorbereitung der Betonunterlage durch Kugel-, Granulat- oder Wasserstrahlen mit festen Strahlmitteln.

Vor der Bauausführung wurde durch umfangreiche Voruntersuchungen im Labor ermittelt, welche Faktoren Einfluss auf die Größe der Haftzugfestigkeit haben. Aus diesen Versuchen ging u.a. hervor, dass zum Erreichen der genannten Haftzugfestigkeiten die Zusammensetzung und die Verarbeitung des Bettungsklebers maßgebend sind. Ferner muss beim Setzen des Pflasters u.a. beachtet werden, dass das Bettungsmaterial un-



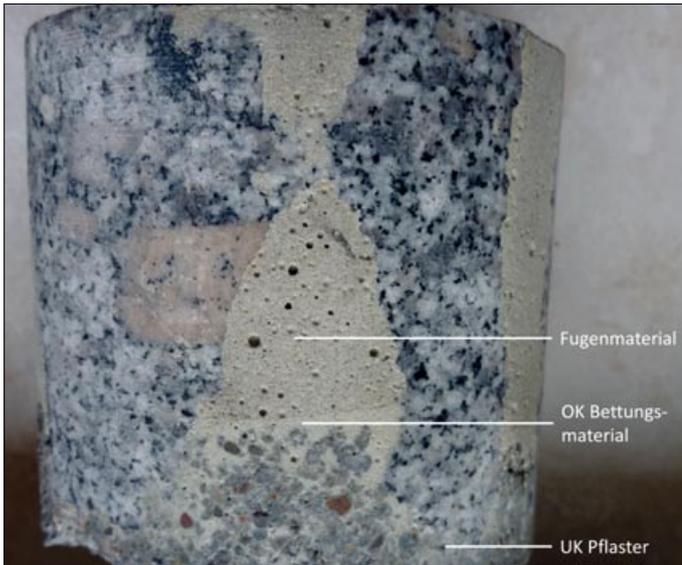
4. Typisches Rissbild in der Tragkonstruktion

Abbildung: DVB



5. Ausführung der Pflasterarbeiten

Aufnahme: K. Jordan



6. Beispiel für die Ausführbarkeit von Bettungskleberschicht und Verfugung
Abbildung: DVB

bedingt durch mehrere kräftige Schläge verdichtet wird. Da das Aktivieren von Mörtel durch diese Verdichtung jedoch begrenzt ist, werden die Steine vor dem Versetzen bis ca. ein Drittel ihrer Höhe in eine Haftbrücke eingetaucht. Dadurch kann eine fast kontinuierliche Verbindung erreicht werden, was an Bohrkernen nachgewiesen wurde.

Weil diese Bauausführung erheblich von dem traditionellen Pflastern abweicht, ist in der Ausschreibung ausdrücklich auf die Besonderheiten hinzuweisen.

Im Gegensatz zu der beschriebenen Bauweise müsste in einer Schicht, in der ein beachtlicher Hohlraum verbleiben soll, trotz einer Ausfallkörnung v.a. auf eine möglichst geringe Mörtelmenge im Material geachtet werden. Das wird sich zwangsläufig ungünstig auf die zu erreichende Haftzugfestigkeit auswirken.

Beim Pflastermonolith ist die Pflasterbettung (Bettungskleber) so zusammengesetzt, dass verbleibende Hohlräume unter den Steinen sehr gering sind und möglichst hohe Festigkeiten erreicht werden. Bei der Konzeption der Bauweise wurde der Eintritt von Wasser längs der Schienen als real angesehen und gefordert, dass das Material der Bettung einen hohen Witterungswiderstand aufweist.

Durch dieses Konstruktionsprinzip wird zunächst über die Sohle jeder Stein gezielt sehr hochwertig in den konstruktiven Aufbau einbezogen, wobei die Haftung des Bettungsklebers zum Ortbeton bei der vorgesehenen Art der Ausführung stets hervorragend war, da bei Haftzugprüfungen in situ in der Regel Kohäsionsabriss auftraten.

Um den Naturpflasterstein in den Oberbau vollständig kraftschlüssig einzubinden, müssen auch die Fugen mit einem hochwertigen, gebundenen Verfugungsmaterial möglichst vollständig ausgefüllt werden.

Die genannten Anforderungen setzen einen Baustoff voraus, der beim Einbau gut fließfähig sein muss, keinen übermäßig hohen Wasseranteil aufweisen und nicht zur Sedimentation neigen darf.

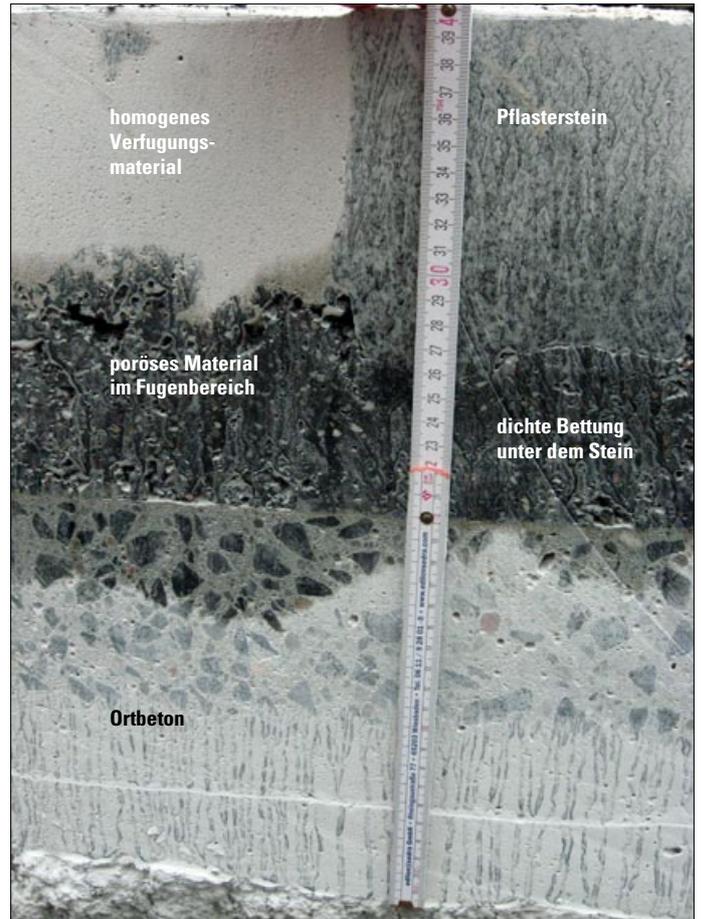
Bei fachgerechtem Einbau des Materials wird erreicht, dass dieses Verfugungsmaterial mindestens bis an das beim Steineinschlagen im Fugenraum hochgedrückte Bettungsmaterial vordringt bzw. in den oberen lockeren Bereich gering eindringt (Abb. 6).

Die Ausführbarkeit dieser Anforderungen wurde durch die Entnahme von Bohrkernen an einem Bauabschnitt, an drei verschiedenen Probeflächen und an einer Rückbaufläche detailliert festgestellt.

Wie dargelegt wurde, bildet die gebundene Pflasterdecke nur einen Teil des Pflastermonoliths.

Die Fugen, die längs der Schienen verbleiben, sind technisch z.Z. unumgänglich. Diese Fugen sind mit dauerelastischem Material abzudichten. Das wird zwar angestrebt, oft aber nur unvollkommen erreicht. Beim Pflastermonolith wird nachteiligen Wirkungen durch den Einsatz von möglichst witterungsbeständigem Material begegnet.

Ortsfeststellungen an dränierten, gebundenen Tragschichten ergaben, dass durch das Oberflächenwasser stets feine mineralische und organi-



7. Querschnitt durch den vollgebundenen Oberbau (Naturstein, Verfugung, Bettungsschicht, Betontragschicht)
Abbildung: K. Jordan

sche Materialien abgeschwemmt und in die zur Wasserableitung vorgesehenen Hohlräume transportiert werden. So wurde u.a. beobachtet, dass Sickerschlitze im Bereich einer gebundenen Tragschicht, die mit Splitt verfüllt worden waren, nach ca. vierjähriger Nutzungszeit vollständig zugeschlammte waren. Beim Einsatz von Dränmaterial, z.B. im Bereich der Bettung, würde im Zuge der im FGSV-Arbeitspapier benannten Bauweise somit ein ungelöster Zielkonflikt zwischen ausreichender Druckfestigkeit, Haftzugfestigkeit und der dauerhaften Wasserdurchlässigkeit im Dränmaterial bestehen – betrachtet über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten und mit Blick auf die Möglichkeiten zur Wartung und Pflege.

Wenn die Fugen im Pflastermonolith (starr) und zu den Schienen (elastisch) fachgerecht verfugt sind, liegt in dem Ausführungsbereich ein Schichtenpaket aus hochwertigen, gebundenen Baustoffen von ca. 365 mm Dicke vor.

Die Spannungen, die durch die temperaturbedingte Längenänderungen entstehen, werden ebenso wie Beanspruchungen aus materialbedingten Schwindvorgängen fast vollständig von dem bewehrten monolithischen Oberbau aufgenommen, wobei sich die quer und längs eingebauten Bewehrungsstäbe vorteilhaft auswirken und nur Risse in sehr geringen Breiten zulassen.

Zusammenfassende Bewertung der vorliegenden Erkenntnisse

Zusammenfassend ist eindeutig herauszustellen, dass etliche aktuelle Hinweise und Empfehlungen zur Bauweise der gebundenen Pflasterdecken nicht auf den Oberbau Pflastermonolith übertragen werden können.

Dennoch hat die Busbelastung, die für einen Zeitraum von 25 Jahren berechnet wurde und fast der Bauklasse II entspricht, den baulichen Zustand nach über zehnjähriger Nutzung nur an einzelnen kleinen Stellen gering verändert. Es hat sich in diesem Zeitraum gezeigt, dass die beschriebene fugenlose, gebundene Pflasterdecke in Verbindung mit der

starren, teilweise bewehrten Betontragschicht bei der so erreichten hohen Tragfähigkeit des Straßenbahnoberbaus insgesamt als eine geeignete Bauweise für die Befestigung derartiger Verkehrsflächen benannt werden kann.

Es konnte auch festgestellt werden, dass einzelne Risse sichtbar geworden sind. Dabei hat es sich bewährt, diese Risse nach dem Prinzip der Scheinfuge im Betonstraßenbau etwa 40 mm tief aufzufräsen, die Fugen ordentlich zu säubern, mit Primer vorzubehandeln, in die Fugensole eine Hinterfüllschnur einzubringen und die Fugen mit einem hochwertigen elastischen Verfugungsmaterial (z.B. Sikaflex PRO-3 WF oder technisch gleichwertiges Material) zu verfugen.

Zwischenzeitlich wurde die Bauweise auch auf einer weiteren Fläche ausgeführt. Sie umfasst ca. 1100 m². Besondere Aufmerksamkeit galt bei dieser Maßnahme der konstruktiven Gestaltung der Betontragschicht, da sie sich im Überflutungsbereich der Elbe befindet. Ferner wurde eine intensive Bauüberwachung zur Sicherung der hohen Qualitätsanforderungen bei der Ausführung der Pflasterarbeiten vorgesehen und realisiert.

Diese Fläche wird u.a. als Buswendebereich genutzt. Obwohl die Fläche in der kurzen Nutzungszeit von ca. zwei Jahren bereits zweimal vollständig überflutet wurde, sind bislang (Januar 2015) keine Veränderungen im Oberflächenzustand feststellbar.

Damit liegt eine weitere positive Erfahrung über die Bauweise Pflastermonolith, beginnend von den vorbereitenden Untersuchungen bzw. Laborprüfungen bis hin zur fachgerechten Ausführung, vor. Sie belegt die Praxistauglichkeit des Pflastermonoliths und das grundsätzliche Zutreffen der theoretischen Ansätze und der Vorgaben zur Bauausführung.

In dem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Vorbereitung, Ausführung und Bauüberwachung von Fachleuten mit entsprechenden Erfahrungen erfolgen sollte.

Insofern ist es auch zutreffend, dass die Bauweise „Pflastermonolith“ eine anspruchsvolle Bauform darstellt, mit der sehr hoch belastbare, optisch attraktive und dauerhafte Verkehrsflächenbefestigungen ausgeführt werden können – auch außerhalb des Gleisbereiches.

Während der bisherigen Nutzung hat sich gezeigt, dass die nach der Vergabe vorgetragenen Bedenken gegen diese Art der gebundenen Pflasterdecke sich sämtlich nicht bewahrheitet haben. Dazu gehört v.a. die Kritik, dass keine Querscheinfugen vorgesehen wurden und dass Reflexionsrisse sich aus der Unterlage (Betontragschicht) mit ungesteuerten Rissen aus der zu Rissen neigenden Pflasterdecke so überlagern, dass sie „vermutlich nicht mehr beherrschbar werden“. Ferner wurde bemängelt, dass die Vorgaben des damaligen FGSV-Arbeitspapiers nicht beachtet wurden. Des Weiteren sollten Dehnungsfugen lt. FGSV-Arbeitspapier angeordnet werden. Auch wurde kritisch angemerkt, dass die vorgesehenen Bettungs- und Fugenkleber nicht den Vorgaben in der vorstehend genannten Unterlage entsprachen, weil sie im fertigen Zustand dicht sein sollten und damit die geforderte Wasserdurchlässigkeit nicht gegeben sei.

Wenn die fachtechnischen Vorgaben eingehalten werden, ist der Bettungskleber unter dem Stein sehr dicht. Die zahlreichen in Augenschein genommenen Pflasterverfugungen haben aber auch gezeigt, dass im Bereich des untersten Teils der Verfugung oft ein kleiner poröser Bereich vorhanden ist, weil die Hohlräume im aufgestiegenen Bettungskleber nicht vollständig mit Verfugungsmaterial durchdrungen sind. Bislang konnte in der praktischen Nutzung darin kein Nachteil erkannt werden, denn die prognostizierten Schäden, zum Beispiel durch die Wirkung von Frost „irgendwo im Aufbau“, sind nicht eingetreten.

Deshalb kann die begründete Aussage getroffen werden, dass die beschriebene Bauweise des Pflastermonoliths eine fachgerechte Alternative für die Ausführung einer gebundenen Pflasterdecke darstellt. ■ ■

Literaturverzeichnis

- [1] FGSV-Arbeitspapier „Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung“
- [2] Merkblatt 5-21-09/0 „Gebundene Bauweise – historisches Pflaster“
- [3] E. Lanicca, Dipl.-Ing. HTL: Untersuchungsbericht „Pflasterung unter Schwerverkehrsbelastung“
- [4] Regelquerschnitt eines Gleises in monolithischer Pflasterbauweise, DVB, Dresden
- [5] S. Lay: Zum Einfluss von Quertrennrissen in der Betonplatte auf die Dauerhaftigkeit des Fahrbahn-Systems RHEDA 2000.