

Herausforderungen bei der Anwendung der gebundenen Bauweise

Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß

MPVA Neuwied GmbH
Sandkauler Weg, 56564 Neuwied
E-Mail: voss@mpva.de

Mit der Veröffentlichung des FGSV-Merkblattes ALP Pgeb wurden im Jahr 2018 neue Prüfanweisungen zur Untersuchung von Bettungs- und Fugenmörteln der gebundenen Bauweise herausgegeben. Im Rahmen der Nutzung dieser Prüfanweisungen ergaben sich Hinweise für Verbesserungen bzw. für notwendige Anpassungen, welche die Grundlage für die neuerliche Überarbeitung der Prüfanweisungen im Arbeitskreis 6.6.6 des FGSV darstellten. Die Prüfverfahren werden in Kürze als TP Pflaster-StB veröffentlicht werden.

Die wesentlichen Änderungen betreffen dabei den in erdfeuchter Konsistenz hergestellten Bettungsmörtel. So wurden die Besonderheiten der in erdfeuchter Konsistenz hergestellten Bettungsmörtel im Rahmen der neuen Verfahren berücksichtigt, weshalb ein völlig neues Verfahren zur Herstellung der Bettungsmörtel entwickelt wurde. Eine Vergleichsuntersuchung zwischen der TH Köln und der MPVA Neuwied GmbH zeigte, dass auch zwei unterschiedliche Prüfer mit zwei unterschiedlichen Geräten mit diesem Verfahren Prüfkörper mit einer hohen Gleichmäßigkeit (und Druckfestigkeit) herstellen können. Darüber hinaus wurde das Lagerungsklima beim Bettungsmörtel aufgrund der hohen Probenfeuchte im Objekt von 7 Tage 20 °C/95 % Feuchte und 21 Tage 20 °C/65 % auf 21 Tage 20 °C/95 % Feuchte und 7 Tage 20 °C/65 % geändert. Die im Rahmen der Probenherstellung gewonnenen, scheibenförmigen Prüfkörper können nach ihrer Lagerung, zum Nachweis der Materialqualitäten und der Eignung des Materials verwendet werden. Wie die im Rahmen der Voruntersuchungen ermittelten Untersuchungsergebnisse zeigen, müssen die Anforderungen des FGSV-Merkblattes M FPgeb an die Druckfestigkeit, Biegezugfestigkeit, Haftzugfestigkeit und den Frost-Widerstand der Bettungsmörtel bei der Überarbeitung des Regelwerks angepasst werden.

Bei den Änderungen für die Untersuchung der Fugenmörtel handelt es sich im Gegensatz dazu nur um kleine Anpassungen an den Prüfanweisungen. In aller erster Linie ist hier der Nachweis der Haftzugfestigkeit und des Frost-Tausalz-Widerstandes der Fugenmörtel betroffen. Zusätzlich wird aktuell noch an der Erstellung eines Prüfverfahrens zur Bestimmung der Schwindverformung der Fugenmörtel gearbeitet.

1 Einleitung

Die Bedeutung der gebundenen Bauweise hat in den letzten Jahren enorm zugenommen, was u. a. auch an der Bekanntmachung des FGSV-Merkblattes M FPgeb [5] und der Aufnahme der gebundenen Bauweise in der ATV DIN 18318 [2] liegt. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Dauerhaftigkeit der in gebundener Bauweise hergestellten Pflasterdecken und Plattenbeläge bedarf es einer neutralen Gütesicherung der Produkte. Im Rahmen dieser gütesichernden Maßnahmen müssen Bettungs- und Fugenmörtel vor der ersten Verwendung einer Erstprüfung unterzogen werden. Im Rahmen dieser Erstprüfung müssen die Bettungsmörtel ihre Eignung für den geplanten Anwendungsbereich nachweisen. Während für die in fließfähiger Konsistenz hergestellten Fugenmörtel seit Jahren sach- und fachgerechte Prüfverfahren zur Beurteilung ihrer bekannt sind, wurde den Besonderheiten der in erdfeuchter Konsistenz hergestellten Bettungsmörtel in der Vergangenheit wenig Beachtung geschenkt. Darüber hinaus waren die Prüfanweisungen zur Herstellung der Bettungs- bzw. Fugenmörtel teilweise zu konkretisieren, um möglichst reproduzierbare Ergebnisse zu erlangen.

2 Untersuchungen am Bettungsmörtel

2.1 Prüfkörperherstellung

Bei dem bisherigen Verfahren zur Herstellung der Bettungsmörtel handelte es sich um das sogenannte Prismenverfahren, welches ursprünglich aus dem Bereich der fließfähigen Mörtel stammt. Demnach war es häufig schwierig, homogene und gleichmäßige Prüfkörper unter Verwendung der in steifer Konsistenz angemischten Bettungsmörtel herzustellen. Diesem Problem wurde bei den neuen Prüfverfahren dadurch Rechnung getragen, dass hiernach größere, runde Prüfkörper ($\varnothing$ 150 mm, Höhe 40 mm) herzustellen sind.

Darüber hinaus wurden in der Vergangenheit häufig Prüfberichte vorgelegt, bei denen die Rohdichte der Bettungsmörtel zum Nachweis der Wasserdurchlässigkeit deutlich geringer war, als beim Nachweis der Mörtelfestigkeit. Im FGSV-Merkblattes M FPgeb [5] wurde aus diesem Grunde gefordert, dass „gleiche Festmörtelrohdsichten“ einzustellen sind. Bei dem neuen Herstellungsverfahren wurde die Frischmörtelrohdsichte anstelle der Festmörtelrohdsichte als Steuergröße gewählt und mit einem einzuhaltenden Toleranzmaß versehen. Wird diese Toleranz überschritten, so sind die Prüfkörper zu verwerfen und neue herzustellen.

Abschließend wurden die Vorgaben an die Verdichtung der Mörtel konkretisiert, um so Prüfkörper mit einer möglichst gleichmäßigen Qualität herstellen zu können.

2.1.1 Standard-Prüfkörper

Gemäß dem neuen Verfahren wird der Bettungsmörtel in erdfeuchter Konsistenz angemischt und die Konsistenz mittels des sogenannten Schneeballtests überprüft. Eine genau definierte Menge des Bettungsmörtels wird eingewogen, möglichst ohne Verdichtung in eine geölte Form eingebracht und die Oberfläche des Bettungsmörtels mit einem Abzieher vergleichmäßigt.



Bild 1: Schneeballtest und Einbringen des Bettungsmörtels in die Prüfkörperform

Nach der Einbringung des Bettungsmörtels wird die Verdichtungseinrichtung auf die Herstella-
pparatur aufgesetzt und der Bettungsmörtel mit je nach Mörtel variierender Schlagzahl auf
die Sollhöhe der Probe von 40 mm verdichtet.

**Wichtig: Die Zielrohdichte des Bettungsmörtels ist mit einer Toleranz von $\pm 10 \text{ kg/m}^3$ im
Rahmen der Laborversuche einzuhalten.**



Bild 2: Herstellapparatur

Eine Vergleichsuntersuchung zwischen der TH Köln und der MPVA Neuwied GmbH zeigte,
dass auch zwei unterschiedliche Prüfer mit zwei unterschiedlichen Geräten Prüfkörper mit
einer vergleichbaren Frischmörtelrohdichte und Druckfestigkeit herstellen können.

Tabelle 1: Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung

Zusammenfassung					
Prüfer		Neuwied		Köln	
Gerät		Neuwied	Köln	Neuwied	Köln
Frischmörtel- rohdichte	über Abmessungen Frischmörtel	2.034,8	2.020,2	2.046,5	2.005,6
		2.026,8			
	über Geräte- abmessungen	1.997,8	1.999,0	1.998,2	1.998,1
		1.998,3			
Festmörtel/rohdichte		1.993,2	1.974,7	1.998,0	1.971,1
		1.984,3			
Abweichung Festmörtel zu Frischmörtelrohdichte		-41,5	-45,4	-48,5	-34,5
		-42,5			
Druckfestigkeit		40,3	42,6	42,6	43,5
		42,3			

2.1.2 Prüfkörper für die Bestimmung der Haftzugfestigkeit

Im Rahmen der Herstellung der Prüfkörper zum Nachweis der Haftzugfestigkeit werden die Grundprüfkörper nach Abschnitt 2.1.1 verwendet. Während sich der frisch hergestellte Prüfkörper noch in der Herstellungsapparatur befindet, wird ein Belagselement (Ø 150 mm) rückseitig mit dem Haftvermittler versehen. Anschließend wird das vorbereitete Belagselement auf den Grundprüfkörper gelegt und über eine Zeit von 30 ± 1 sek. statisch mit der Verdichtungsapparatur belastet.



Bild 3: Herstellung der Haftzugprüfkörper



Bild 4: Haftzugprüfkörper

2.2 Prüfkörperlagerung

Nach der Verdichtung werden die grünstandsfesten Prüfkörper sofort aus der Form entnommen und bis zum 21. Tag in einem Klimaschrank im Klima 20 °C/95 % Feuchte gelagert. Ab dem 21. Tag sind die Prüfkörper in einem Klimaschrank im Klima 20 °C/65 % Feuchte zu lagern. Die so hergestellten Standard-Prüfkörper (Abschnitt 2.1.1) können zur Durchführung der nachfolgenden Prüfungen verwendet werden

- Bestimmung der Mörtelrohichte,
- Bestimmung der Druckfestigkeit des Bettungsmörtels,
- Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des Bettungsmörtels,
- Bestimmung des Frostwiderstandes des Bettungsmörtels.

Die nach Abschnitt 2.1.2 hergestellten Prüfkörper werden zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit verwendet.

2.3 Bestimmung der Druckfestigkeit

Die gemäß Abschnitt 2.1.1 hergestellten Prüfkörper werden mittig in die Presse eingesetzt. Die Lasteinleitflächen in Form von zwei Stempeln mit einem Durchmesser von 40 mm werden mittig auf und unter der Probe platziert und die Prüfkörper mit einer Belastungsgeschwindigkeit (1.000 ± 100 N/sec) auf deren Druckfestigkeit untersucht.



Bild 5: Bestimmung der Druckfestigkeit des Bettungsmörtels

Die sehr geringen Prüfstreuungen im Rahmen der bisherigen Untersuchungen belegen, dass sich mittels dieses Verfahrens sehr homogene Prüfkörper herstellen lassen, allerdings sind die zu ermittelnden Mörteldruckfestigkeiten etwas geringer als nach dem alten Verfahren.

M FPgeb: Im Rahmen der Überarbeitung des FGSV-Merkblattes M FPgeb [5] müssen die Anforderungen an die Druckfestigkeit von Bettungsmörteln geringfügig reduziert werden.

2.4 Bestimmung der Biegezugfestigkeit

Aus den nach Abschnitt 2.1.1 hergestellten Prüfkörpern werden Prismen mit parallel verlaufenden Schnittkanten und einer Breite von 40 mm herausgeschnitten und im Rahmen eines Dreipunktbiegezugversuchs mit einer Belastungsgeschwindigkeit (30 ± 10 N/sec) auf deren Biegezugfestigkeit untersucht.

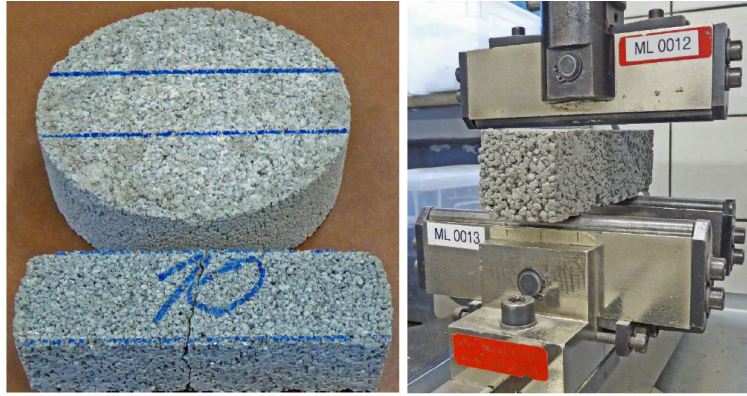


Bild 6: Bestimmung der Biegezugfestigkeit des Bettungsmörtels

Die ermittelnden Mörteldruckfestigkeiten sind deutlich geringer als die Vorgaben des FGSV-Merkblattes M FPgeb [5].

M FPgeb: Im Rahmen der Überarbeitung des FGSV-Merkblattes M FPgeb [5] müssen die Anforderungen an die Biegezugfestigkeit von Bettungsmörteln reduziert werden.

2.5 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

Die nach Abschnitt 2.1.1 hergestellten Prüfkörpern können direkt zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit gemäß dem im FGSV-Merkblatt ALP Pgeb [4] beschriebenen Verfahren eingesetzt werden.

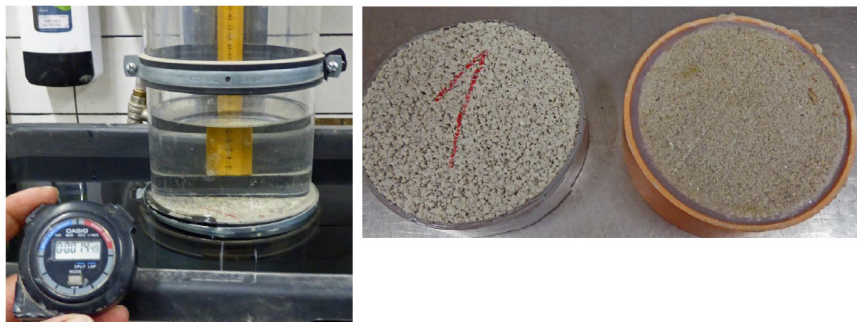


Bild 7: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit des Bettungsmörtels

2.6 Bestimmung der Haftzugfestigkeit

In die nach Abschnitt 2.1.2 hergestellten Prüfkörper wird im Prüfkörperalter von 21 Tagen eine Ringnut vom Bettungsmörtel aus bis in den Pflasterbelag gebohrt. Auf die durch die Ringnut begrenzte Fläche wird ein Prüfstempel mit einem geeigneten Kleber aufgebracht. Die resultierenden Prüfkörper werden gemäß Abschnitt 2.2 bis zur Prüfung gelagert. Nach der Beendigung dieser Lagerung werden die Prüfkörper mit einer Lastanstiegsgeschwindigkeit von 100 N/sec auf deren Haftzugfestigkeit untersucht.



Bild 8: Bestimmung der Haftzugfestigkeit des Verbundprüfkörpers

M FPgeb: Im Rahmen der Überarbeitung des FGSV-Merkblattes M FPgeb [5] müssen die Anforderungen an die Haftzugfestigkeit der Verbundprüfkörper reduziert werden.

2.7 Bestimmung des Frost-Widerstands

Die gemäß Abschnitt 2.1.1 hergestellten Prüfkörper werden gemäß DIN 18507 [3] auf deren Witterungswiderstand untersucht.

M FPgeb: Im Rahmen der Überarbeitung des FGSV-Merkblattes M FPgeb [5] sollten die Anforderungen der DIN 18507 an die zulässige Abwitterungsrate im Rahmen des Versuchs übernommen werden.

3 Untersuchungen am Fugenmörtel

Bei den Änderungen für die Untersuchung der Fugenmörtel handelt es sich nur um kleine Anpassungen an den bestehenden Verfahren. In aller erster Linie sind die Verfahren zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit und zur Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes von diesen Anpassungen betroffen. Zusätzlich wird aktuell noch an der Erstellung eines Prüfverfahrens zur Bestimmung der Schwindverformung der Fugenmörtel gearbeitet.

3.1 Bestimmung der Haftzugfestigkeit

Zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit sind die Belagselemente mit einem Abstand von 10 – 15 mm (geplante Fugenbreite) in eine Schalung einzubringen.



Bild 9: Prüfkörper zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit

Der resultierende Zwischenraum wird mit dem Fugenmörtel verfüllt und der Prüfkörper bis zum Probenalter von 7 Tagen im Klima 20 °C/95 % Feuchte und dann bis zur Prüfung im Klima 20 °C/65 % Feuchte gelagert.

Nach Abschluss der Lagerung wird zur Bestimmung der Haftzugfestigkeit eine Ringnut vom Befestigungselement aus durch den Fugenmörtel bis ca. 1 cm tief in das Nachbarelement gebohrt, der Prüfstempel wird mit einem geeigneten Kleber aufgeklebt und die Haftzugfestigkeit mit einer Lastanstiegsgeschwindigkeit von 100 N/sec ermittelt.

3.2 Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes

Für die Bestimmung des Frost-Tausalz-Widerstandes werden Prüfkörper mit den Abmessungen 150 mm x 150 mm x 40 mm in einer Würfelform hergestellt, wobei unterseitig eine PTFE-Platte in die Würfelform eingebracht und anschließend der Prüfmörtel eingefüllt wird. Im Rahmen der Prüfung wird die der PTFE-Platte zugewandte Seite der Prüfkörper verwendet. Die weitergehende Prüfung erfolgt grundsätzlich gemäß den Vorgaben des CDF-Tests.

3.3 Bestimmung des Schwindverhaltens

Da Hinweise darauf vorliegen, dass das Schwindverhalten von Fugenmörteln in einigen Fällen gegebenenfalls einen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit gebundener Pflasterdecken hat, wird derzeit an einem Prüfverfahren zum Nachweis des Schwindverhaltens der Fugenmörtel gearbeitet.

4 Untersuchung von Musterproben

Zur Beurteilung, ob eine Stein-/Mörtelkombination geeignet zur Herstellung einer gebundenen Pflasterdecke ist, wurde ein Verfahren zur Herstellung und Prüfung von Musterproben in die Prüfanweisungen aufgenommen. Bei der Beurteilung der ermittelten Untersuchungsergebnisse ist allerdings zu berücksichtigen, dass nicht einfach die normativen Anforderungen verwendet werden dürfen. So weichen die klimatischen Rahmenbedingungen im Rahmen dieser Versuche von den Bedingungen auf der Baustelle ab und gleichen denen, die bei Laborversuchen zur Anwendung kommen. Ansonsten erfolgt die Herstellung und Prüfung der Musterproben aber mehr oder minder unter praxisnahen Bedingungen.



Bild 10: Herstellung von Musterproben

Bei diesen Untersuchungen handelt es sich somit strenggenommen weder um eine Güte- noch um eine Bauwerksprüfung. So erfolgt die Herstellung der Proben zwar nahezu unter Praxisbedingungen, allerdings handelt es sich bei den Temperaturen und den Luftfeuchten um übliche Laborbedingungen. Um eine Erstprüfung handelt es sich aber ebenso wenig, da weder die normativen Betonplatten verwendet werden, noch die optimalen Verdichtungsbedingungen, wie sie im Rahmen einer Erstprüfung zu verwenden sind, zur Anwendung kommen. Hinsichtlich der weitergehenden Vorgehensweise im Rahmen der Bestimmung der Haftzugfestigkeit orientiert sich das gewählte Verfahren an die Vorgehensweise, wie sie im Rahmen der Bauwerksnachweise zu erfolgen hat.

Aus den genannten Gründen ist somit zusammenfassend festzustellen, dass es sich bei der durchgeführten Prüfung um ein sehr praxisnahes (der Bauwerksprüfung annähernd entsprechendes) Verfahren handelt und die hohen Anforderungen an die Erstprüfung von Fugenmörteln (inklusive des enthaltenen Vorhaltemaßes) demnach auch nicht sachgerecht anwendbar sind (andere Untergrundplatten, abweichende Applikation des Mörtels). Allerdings erscheint auch die Anwendung der Anforderungen an die Bauwerksprüfung nicht vollständig sachgerecht, da die Musterherstellung zwar praxisnah erfolgt, die klimatischen Bedingungen aber denen der Laborbedingungen entsprechen und nicht die im Objekt gegebenenfalls vorkommenden, ungünstigsten klimatischen Verhältnisse abdecken. Da die verwendeten Materialien im Bauwerk aber auch unter ungünstigeren Bedingungen die Sollfestigkeiten erreichen müssen, muss hier ein entsprechendes Vorhaltemaß vorgesehen werden.

Da das bisherige Regelwerk derartige Musteruntersuchungen nicht enthielt, liegen demnach auch keine Grenzwerte zur Beurteilung der an diesen Musterproben ermittelten Haftzugfestigkeiten vor. Sachgerecht erscheinen auf Basis der obigen Überlegungen somit Richtwerte, die zwischen den geforderten Bauwerksfestigkeiten (Kleinstwert $> 0,6 \text{ N/mm}^2$) und den im Rahmen der Erstprüfung geforderten Werten (Kleinstwert $> 1,2 \text{ N/mm}^2$ und Mittelwert $> 1,5 \text{ N/mm}^2$) liegen sollten. Aus den genannten Gründen erscheinen die nachfolgend genannten Richtwerte zur Bewertung der im Labor hergestellten Musterproben angemessen:

- Kleinstwert $> 0,9 \text{ N/mm}^2$,
- Mittelwert $> 1,1 \text{ N/mm}^2$.

5 Untersuchung von Bauwerksproben

5.1 Probenahme und Probenlagerung

Bei der Untersuchung von Bauwerksproben ist danach zu unterscheiden, ob die Bauwerksproben in einem Alter von < 21 oder > 21 Tagen aus den Objekten entnommen werden. Erfolgt die Probenahme in einem Alter von < 21 ist der nachfolgende Ablauf einzuhalten:

- Die Prüfkörper sind nach der Probenahme bis 7 Tage vor der Prüfung möglichst feucht zu halten ($20 \pm 2 \text{ °C}$ bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von $95 \pm 5 \text{ %}$ Feuchte).
- In einem Alter von 21 Tagen sind die Proben vorzubereiten (gegebenenfalls Schneiden, Abgleichen, Ringnut vorbohren ...).
- Anschließend sind die Prüfkörper bis zur Prüfung bei $20 \pm 2 \text{ °C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $65 \pm 5 \text{ %}$ Feuchte zu lagern.

Erfolgt die Probenahme in einem Alter von > 21 ist der nachfolgende Ablauf einzuhalten:

- Die Prüfkörper sind vorzubereiten und mindestens 3 Tage bei $20 \pm 2 \text{ °C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $65 \pm 5 \text{ %}$ Feuchte zu lagern.

5.2 Druckfestigkeit des Bettungsmörtels

Zur Bestimmung der Druckfestigkeit von Bettungsmörteln aus dem Bauwerk sind vor Ort Bohrkerne oberhalb der Befestigungselemente zu entnehmen. Aus dem Bettungsmörtel dieser Bohrkerne sind Würfel möglichst großer Kantenlänge herauszuschneiden, die Prüfflächen sind abzugleichen und auf deren Druckfestigkeit zu untersuchen.

Bei der Beurteilung der Bettungsmörtelfestigkeit ist zu berücksichtigen, dass die Bohrkerne zum Nachweis der Druckfestigkeit bei Bauwerksproben über den Befestigungselementen und nicht oberhalb der Fugen zu entnehmen sind. Werden die Proben oberhalb der Fuge entnommen, so resultieren aufgrund der geringeren Verdichtung (siehe auch geringere Rohdichten) unter der Fuge im Normalfall geringere Mörtelfestigkeiten. Die nachfolgenden Tabellen zeigen exemplarisch die Druckfestigkeiten eines Bettungsmörtels, der unter der Fuge (links) bzw. unter dem Stein (rechts) entnommen wurde.

Tabelle 2: Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung

Prüfdatum ^a		6.-August-2018 ^a		
Prüfalter ^a		unbekannt ^a		
Prüfkörper ^a		1-Fuge ^a	2-Fuge ^a	-- ^a
<u>Abmessungen</u> ^a  [mm] ^a	Länge ^a	35,9 ^a	50,3 ^a	-- ^a
	Breite ^a	35,0 ^a	48,9 ^a	
	mittlere Höhe ^a	35,2 ^a	48,9 ^a	
<u>Masse</u> ^{a,b}	[g] ^a	75,16 ^a	105,56 ^a	-- ^a
<u>Rohdichte</u> ^{a,b}	[kg/dm ³] ^a	1,70 ^a	1,63 ^a	
	1,68 ^a			
Bruchlast ^a	[kN] ^a	8,85 ^a	21,74 ^a	-- ^a
Druckfestigkeit [N/mm ²] ^a		7,1 ^a	8,8 ^a	-- ^a
		8,0 ^a		

Prüfdatum ^a		6.-August-2018 ^a		
Prüfalter ^a		unbekannt ^a		
Prüfkörper ^a		1-Stein ^a	2-Stein ^a	-- ^a
<u>Abmessungen</u> ^a  [mm] ^a	Länge ^a	48,8 ^a	31,0 ^a	-- ^a
	Breite ^a	46,7 ^a	31,9 ^a	
	mittlere Höhe ^a	47,3 ^a	31,3 ^a	
<u>Masse</u> ^{a,b}	[g] ^a	209,73 ^a	53,56 ^a	-- ^a
<u>Rohdichte</u> ^{a,b}	[kg/dm ³] ^a	1,95 ^a	1,73 ^a	
	1,84 ^a			
Bruchlast ^a	[kN] ^a	32,3 ^a	10,33 ^a	-- ^a
Druckfestigkeit [N/mm ²] ^a		14,2 ^a	10,5 ^a	-- ^a
		12,4 ^a		

5.3 Haftzugfestigkeit zwischen dem Bettungsmörtel und dem Pflasterbelag

Der Nachweis der Haftzugfestigkeit zwischen dem Bettungsmörtel und dem Pflasterbelag kann entweder mittels des orientierenden Verfahrens der In-situ-Bestimmung der Haftzugfestigkeit (Informationsprüfung) oder über das aufwendigere Bohrkernverfahren (Referenzverfahren) erfolgen. Bei der Bohrkernprüfung wird der vor Ort entnommene Bohrkern im Bettungsmörtel begradigt und eine Ringnut vom Bettungsmörtel aus bis in den Pflasterbelag gebohrt. Auf die durch die Ringnut begrenzte Fläche wird ein Prüfstempel mit einem geeigneten Kleber aufgeklebt. Die resultierenden Prüfkörper werden gemäß Abschnitt 2.2 bis zur Prüfung gelagert. Nach der Beendigung dieser Lagerung werden die Prüfkörper mit einer Lastanstiegsgeschwindigkeit von 100 N/sec auf deren Haftzugfestigkeit untersucht.

Bei der Dokumentation der Ergebnisse ist das Abrissbild neben der ermittelten Haftzugfestigkeit zwingend anzugeben.

5.4 Haftzugfestigkeit zwischen dem Fugenmörtel und dem Pflasterbelag

Der Nachweis der Haftzugfestigkeit zwischen dem Fugenmörtel und dem Pflasterbelag hat an vor Ort entnommenen Bohrkernen zu erfolgen. Bei dieser Prüfung wird der vor Ort entnommene Bohrkern im Pflasterbelag ca. 1 cm neben der Fuge begradigt und eine Ringnut vom Pflasterbelag über den Fugenmörtel bis ca. 1 cm tief in den benachbarten Pflasterbelag gebohrt. Auf die durch die Ringnut begrenzte Fläche wird ein Prüfstempel mit einem geeigneten Kleber aufgeklebt. Die resultierenden Prüfkörper werden gemäß Abschnitt 2.2 bis zur Prüfung gelagert. Nach der Beendigung dieser Lagerung werden die Prüfkörper mit einer Lastanstiegsgeschwindigkeit von 100 N/sec auf deren Haftzugfestigkeit untersucht.

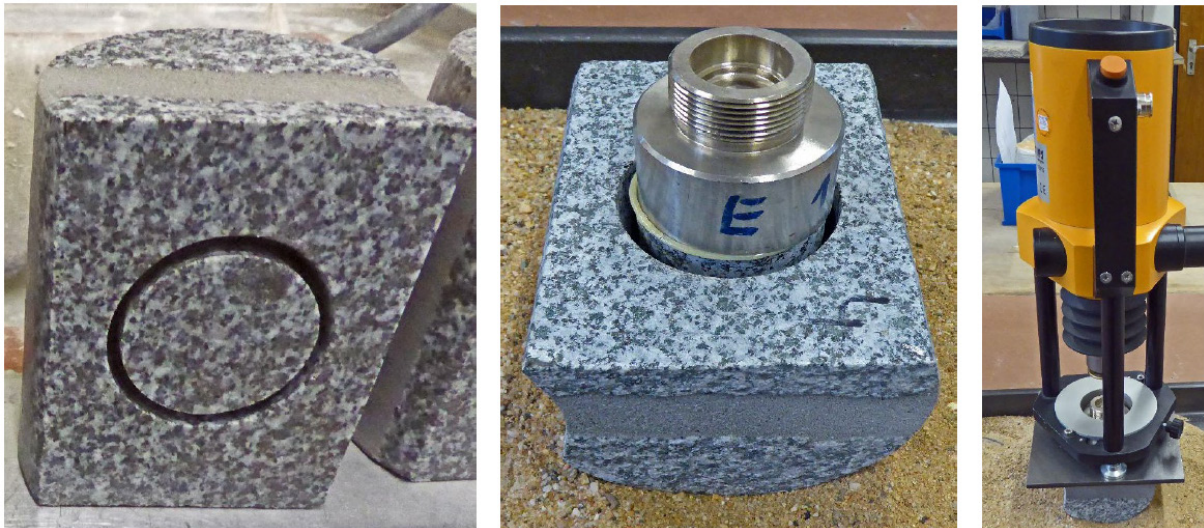


Bild 11: Bestimmung der Haftzugfestigkeit des Fugenmörtels

Bei der Dokumentation der Ergebnisse ist das Abrissbild neben der ermittelten Haftzugfestigkeit zwingend anzugeben.

5.5 Weitergehende Eigenschaften

Neben den in den TP Pflaster-StB aufgeführten Verfahren stehen dem Sachverständigen im Schadensfall selbstverständlich auch in der Zukunft weitergehende Verfahren zur Bestimmung der Schadensursache zur Verfügung. Hier seien nur exemplarisch die nachfolgenden Untersuchungen benannt:

- Abschätzung der Qualität des Fugenmörtels über den Nachweis der Rohdichte und der Druckfestigkeit des Mörtels. Bei der Bewertung der Druckfestigkeit des Fugenmörtels ist die geringe Größe der Prüfkörper (Prüfkörpergeometrie) zu berücksichtigen.
- Identifizierung von Mischfehlern bzw. Nachweis der Überwässerung des Fugenmörtels in der oberflächennahen Fuge z. B. durch dünnschliffmikroskopische Untersuchungen.
- Nachweis des Schwindverhaltens des Fugenmörtels.

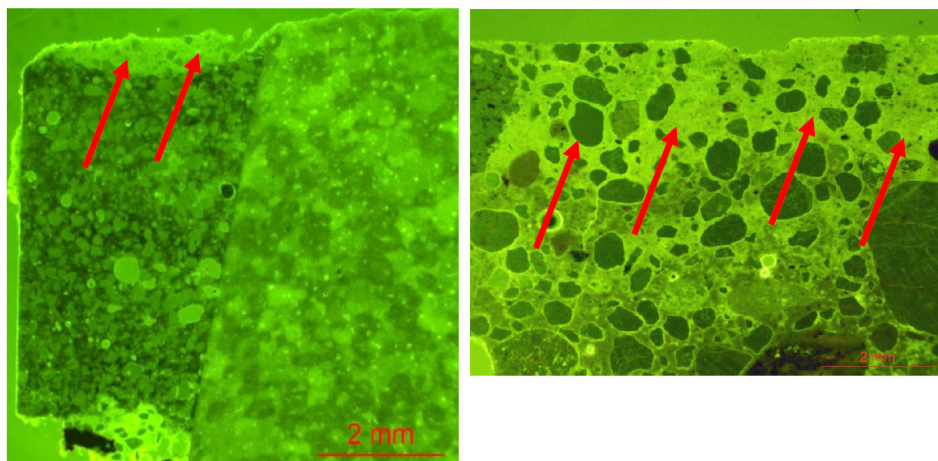


Bild 12: Mikroskopischer Nachweis einer Überwässerung des Fugenmörtels (rote Pfeile) im Bereich der Fugenoberfläche

Literaturverzeichnis

- 1 DIN EN 1015-12: 12-2016: Prüfverfahren für Mörtel von Mauerwerk – Bestimmung der Haftzugfestigkeit zwischen Putz und Untergrund
- 2 ATV DIN 18318: 09-2019: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen
- 3 ATV DIN 18507: 08-2012: Pflastersteine aus haufwerksporigem Beton – Begriffe, Anforderungen, Prüfungen, Überwachung“
- 4 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Arbeitsanleitung zur Durchführung von Prüfungen für Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung (ALP Pgeb), Ausgabe 2018, Köln (FGSV 618/3)
- 5 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2018): Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in gebundener Ausführung, Ausgabe 2018 (M FPgeb), Köln (FGSV 618/2)