

Beläge für hohe Belastungen

Rüttelböden ■ Der folgende Artikel befasst sich mit den Grundlagen zum Thema Rüttelböden: Es werden die unterschiedlichen Ausführungsvarianten dargestellt, typische Schadensbilder und deren sachverständige Bewertung aufgeführt sowie auf den Einfluss der keramischen Platten auf die Tragfähigkeit von Rüttelböden auf Trenn- beziehungsweise auf Dämmschicht eingegangen. **Dr. Karl-Uwe Voß**

■ Bei Rüttelböden handelt es sich um mechanisch widerstandsfähige und stark belastbare Böden, die in erster Linie in gewerblich und industriell genutzten Bereichen wie Einkaufszentren, Lebensmitteldiscountern und Baumärkten zum Einsatz kommen. Rüttelböden stellen eine modifizierte Art der Dickbettverlegung dar, die normativ nicht geregelt ist. Als Technisches Regelwerk stehen hier nur die sogenannte AK-QR Richtlinie [8] und die KKS-Verlegerichtlinie [5] zur Verfügung.

Wie die Gutachterpraxis zeigt, weist das Verfahren der Rüttelbodenherstellung neben vielen Vorteilen auch systembedingte Probleme auf, die häufig zu Schäden in Objekten führen. Nach einer kurzen Beschreibung der Ausführungsvarianten von Rüttelböden sollen im Folgen-

den Hinweise auf die Ursachen typischer Schäden an Rüttelböden sowie deren sachverständige Bewertung gegeben werden.

Ausführungsvarianten von Rüttelböden

Rüttelböden können ähnlich wie Estriche in den nachfolgend aufgeführten Ausführungsarten hergestellt werden:

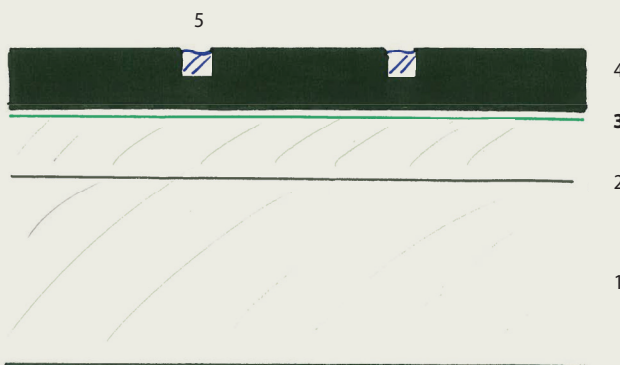
- Verlegung im Verbund
- Verlegung auf Trennschicht
- Verlegung auf Dämmschicht

Bei der Verlegung im Verbund wird zuerst eine Haftbrücke und dann der Bettungsmörtel direkt auf die Betonbodenplatte aufgebracht (Systemskizze 1). Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der Konstruktion ist bei dieser Ausführungsvariante ein guter Verbund zwischen der Betonbodenplatte und dem Bettungsmör-

tel zwingend erforderlich. Bei der Verlegung auf Trennschicht ist der Bettungsmörtel durch eine dünne Trennschicht (Folie) von der Betonbodenplatte getrennt (Systemskizze 2). Im Gegensatz zur Verbundkonstruktion wird der Rüttelbodenaufbau der Trennschichtkonstruktion aufgrund der Verformbarkeit der Trennschicht auf Biegung beansprucht, weshalb hier im Besonderen der Dicke des Bettungsmörtels eine wesentliche Bedeutung zukommt. Bei der Verlegung auf Dämmschicht ist der Bettungsmörtel durch eine Schall- beziehungsweise Wärmedämmung sowie durch Trennschichten von der Betonbodenplatte getrennt (Systemskizze 3).

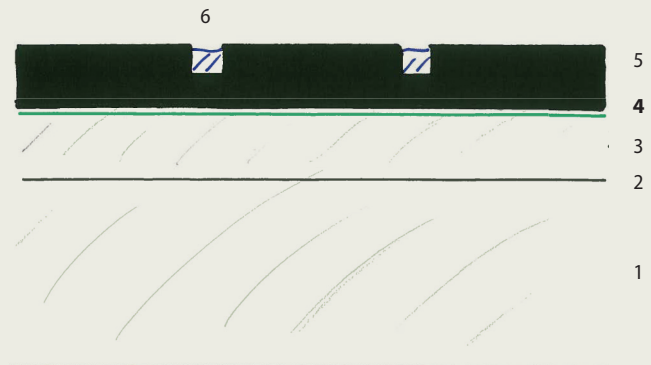
Da der Schall- und Wärmeschutz auch in hoch beanspruchten, gewerblich genutzten Bereichen immer mehr an

1 Verlegung im Verbund mit dem Untergrund



- 1 Untergrund + Haftbrücke
- 2 Bettungsmörtel
- 3 Kontaktschicht
- 4 Keramischer Oberbelag
- 5 Fugenmörtel

2 Verlegung auf Trennschicht



- 1 Untergrund
- 2 Trennschicht
- 3 Bettungsmörtel
- 4 Kontaktschicht
- 5 Keramischer Oberbelag
- 6 Fugenmörtel

Fotos und Grafiken: MPVA Neuwied

Produkte, die
halten, was sie
versprechen!

Bedeutung gewinnt, kommen heute zunehmend Rüttelböden auf Dämmschicht zur Anwendung. Aufgrund der großen Verformbarkeit der Dämmschichten und den hohen zu erwartenden Beanspruchungen kann gerade bei den Rüttelböden auf Dämmschicht nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden, dass diese eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Wird trotzdem eine Verlegung auf Dämmschicht gefordert, so muss die Planung mit besonderer Sorgfalt erfolgen, im Rahmen derer in der Regel statische Tragfähigkeitsberechnungen zur Festlegung der Dicke und Festigkeit des Bettungsmörtels erforderlich werden.

Aufgrund der hohen konstruktiven Anforderungen stellen Einbaustärken des Bettungsmörtels von 100 Millimeter und größer bei den Systemen auf Dämmschicht keine Seltenheit dar. Darüber hinaus muss die Dämmschicht eine möglichst geringe Zusammendrückbarkeit aufweisen und vollflächig auf der Betonbodenplatte aufliegen.

Aufgrund der Biegebeanspruchung der Systeme auf Trennbeziehungsweise Dämmschicht neigen Planer häufig dazu, bewehrte Rüttelböden auszuschreiben. In den einschlägigen Technischen Regelwerken finden sich bezüglich der Herstellung bewehrter Rüttelböden üblicherweise nur wenige konkrete Hinweise. Allerdings wird in der AK-QR Richtlinie [8] folgendes ausgeführt:

„Die in der Regel in Querschnittsmitteln der Bettungsschicht liegende Bewehrung übernimmt keine statischen Funktionen und verhindert nicht die Bildung von Rissen. Sie kann jedoch deren Breite und das Entstehen von Höhenversätzen vermindern.“ Ganz im Gegensatz zu dieser eher positiven Einschätzung des Nutzens von konstruktiver Bewehrung in Bettungsmörteln zeigt die Gutachterpraxis, dass der Einsatz von Bewehrung eher Nach- als Vorteile mit sich bringt. So wirkt der Einsatz von Bewehrung zwar theoretisch reduzierend auf die Rissbreiten, allerdings zeigt die Praxis, dass beim Einsatz in erdfeucht hergestellten Bettungsmörteln eine erhebliche Gefahr für



3 Verlegung auf Dämmschicht



- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1 Untergrund | 5 Bettungsmörtel |
| 2 Trennlage | 6 Kontaktschicht |
| 3 Dämmschicht | 7 Keramischer Oberbelag |
| 4 Trennlage | 8 Fugenmörtel |



Jetzt Produkt-
folder down-
loaden!

Der kleine, handliche Flex Klebemörtel **MAXIMO M 41** ist nicht nur um 30 % ergiebiger, sondern aufgrund seiner innovativen Leichtfüllstoffe auch wirklich praktisch. Durch die hohe Staubreduziertheit und das Easy-Open-System bleibt Ihre Baustelle einfach sauber.

Schneller und produktiver mit dem EC1 PLUS geprüften MAXIMO M 41!

MUREXIN. Das hält.

MUREXIN

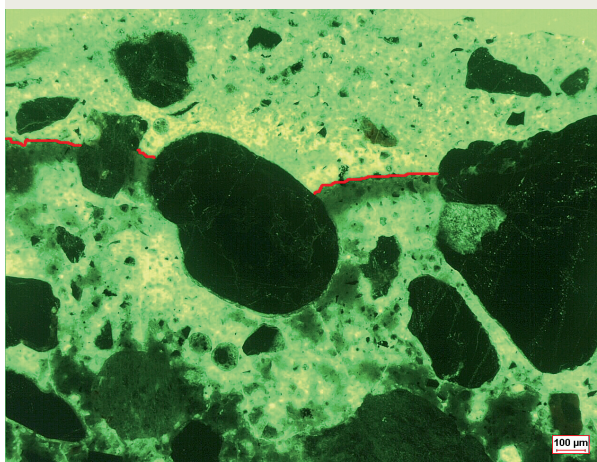
www.murexin.com



4 Entstehung von Trennschichten beim Einsatz von Bewehrung



5 Entstehung von Trennschichten beim Einsatz von Bewehrung



6 Fluoreszierend eingefärbter Dünnschliff einer Zementschlamm-schicht auf der Betonbodenplatte



7 Nicht ausreichend verdichtete Unterseite des Bettungsmörtels aufgrund zu steifer Konsistenz

die Entstehung von Trennschichten besteht (Abbildungen 4 und 5), die eine Reduzierung der Tragfähigkeit der Konstruktion nach sich zieht.

Herstellung von Rüttelböden im Verbund zur Betonbodenplatte

Die Herstellung von Rüttelböden im Verbund zur Betonbodenplatte setzt voraus, dass der größte Teil des Schwindens der Bodenplatte vor dem Einbau des Rüttelbodens abgeschlossen ist. In den einschlägigen Technischen Regeln wird hierfür ein Zeitraum von mindestens sechs Monaten angegeben, der in der heutigen Baupraxis aufgrund des geforderten Baufortschritts sehr häufig nicht eingehalten wird.

Wird ein Rüttelboden auf eine Betonplatte aufgebracht, deren Schwindverformung noch nicht weitestgehend abgeschlossen ist, so resultiert ein Verbundbaustoff, dessen Oberseite (keramischer Plattenbelag) vergleichsweise steif ist und

nicht schwindet, während sich die Unterseite aufgrund des Schwindens des Betons verkürzt. Hierbei entstehen zum Teil erhebliche Scherspannungen in den Kontaktflächen; Verbundstörungen können die Folge sein.

Um einen guten Verbund zwischen dem Beton und dem Bettungsmörtel zu erreichen, sind minderwertigere Oberflächenschichten des Betons – Zementschlämme mit geringer Festigkeit und erhöhtem w/z-Wert – zum Beispiel durch Strahlen mit festem Strahlmittel zu entfernen. In Abbildung 6 (Bereich oberhalb der roten Linie) ist das Beispiel einer Betonoberfläche mit einer auf dem Beton aufsitzenden Zementsteinschicht mit hoher Porosität – erkennbar an der hohen Helligkeit dieses Bereiches – anhand eines fluoreszierend eingefärbten Dünnschliffes sehr gut erkennbar.

Direkt vor der Einbringung des Bettungsmörtels ist die Bodenplatte anzufeuchten und eine Haftbrücke aufzubrin-

gen, die den Verbund zwischen der Bodenplatte und dem Bettungsmörtel sicher stellt. Das Anfeuchten des Betons dient dazu, dass der Haftbrücke bei trockenen Bodenplatten nicht das zur Erhärtung erforderliche Wasser entzogen wird und die Haftbrücke „verbrennt“. Direkt nach dem Anfeuchten wird der Bettungsmörtel in die frische Haftbrücke eingebracht.

Bettungsmörtel und deren Einbringung

Gemäß der KKS-Verlegerichtlinie [5] sollte der Bettungsmörtel von Rüttelböden unter Verwendung von $> 300 \text{ kg/m}^3$ Zement und einem gewaschenen Kies sand gegebenenfalls unter Einsatz von Zusatzmitteln hergestellt werden. Sofern die Mörtel Eigenschaften mit geringeren Zementgehalten erreichbar sind, spricht grundsätzlich allerdings auch nichts dagegen. Von Zementgehalten unter 240 kg/m^3 ist allerdings aus Gründen der Verar-

beitbarkeit und der erreichbaren Festigkeit abzuraten. Zu hohe Zementgehalte oder w/z-Werte sind aufgrund des erhöhten Schwindrisikos ebenfalls als problematisch zu bewerten.

In der Praxis wird der Bettungsmörtel aus Gründen des Baufortschritts oft bei Transportbetonwerken bestellt, wobei die Ausführenden den Betonwerken vielfach das Mörtelrezept vorgeben, mit dem diese Erfahrungen in der Verarbeitung und Verdichtung besitzen. Im übertragenen Sinne handelt es sich hierbei um die Bestellung eines „Mörtels nach Zusammensetzung“ – unter sinngemäßer Anwendung der DIN 1045-2 [2]/DIN EN 206-1 [1].

Den Ausführenden ist häufig nicht bewusst, welche haftungsrechtlichen Konsequenzen die Bestellung eines „Mörtels nach Zusammensetzung“ für sie hat. Das Betonwerk übernimmt hier de facto die Aufgabe eines „Lohnmischers“, der einen Mörtel nach vorgegebenem Rezept mischt. Aus Sicht der DIN 1045-2 [2]/DIN EN 206-1 [1] kann und muss das Betonwerk somit nicht mehr die Eigenschaften des Mörtels sicherstellen. Stattdessen hat das Betonwerk ausschließlich dafür zu sorgen, dass die Rezeptvorgaben eingehalten werden.

Der Ausführende, der das Rezept vorgibt, ist somit verantwortlich dafür, dass der Bettungsmörtel die geplanten Eigenschaften – zum Beispiel die Druckfestigkeit – aufweist. Er muss den entsprechenden Nachweis hierfür im Rahmen seiner regelmäßigen werkeigenen Produktionskontrolle, früher Eigenüberwachung genannt, erbringen.

Bei „Mörteln nach Zusammensetzung“ sind folgende Punkte zu beachten:

- Da die Eigenschaften des Bettungsmörtels nicht nur vom Zementgehalt, der Zementart und der Art der

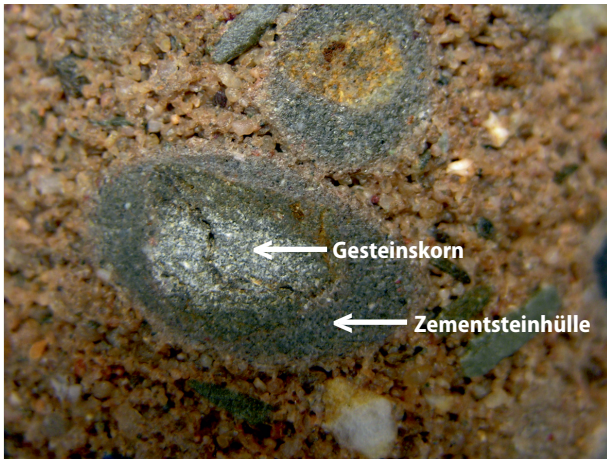
Gesteinskörnung abhängen, sondern in erheblichem Umfang etwa von der Sieblinie und dem Wasseranspruch der Gesteinskörnung oder auch der Herkunft des Zements bestimmt werden, sollte der Ausführende konkret den zu verwendenden Zement sowie zum Beispiel die einzuhaltende Sieblinie der Gesteinskörnung vorschreiben.

- Da der Ausführende die Verantwortung für die Mörtel­eigenschaften hat, darf das Betonwerk weder einen anderen Zement noch eine andere Gesteinskörnung zur

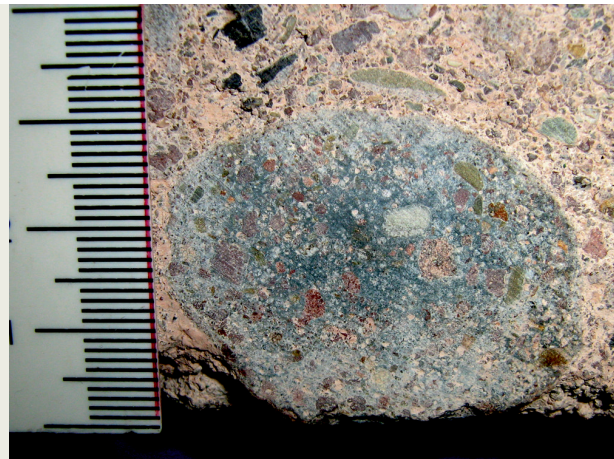
Tabelle 1: Festigkeiten des Bettungsmörtels in Abhängigkeit von der Verdichtung

Probennummer	Rohdichte [kg/dm ³]	Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Druckfestigkeit [N/mm ²]
1	2,10	6,0	29,9
2	2,02	5,0	25,7
3	1,92	3,8	19,5
4	1,85	2,5	10,9
5	1,75	2,2	8,7

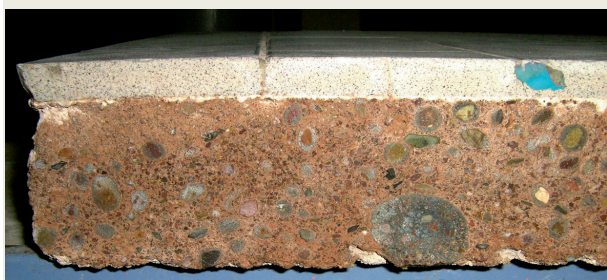
quick-mix Gruppe: folgt neu
mm x mm



8 Zementlinsen



9 Zementlinsen



10 Mörtelgefüge eines Bettungsmörtels mit Zementlinsen

Tabelle 2: Zementgehalt eines Bettungsmörtel

	Gehalte [kg/m ³]	
	Zement	Gesteinskörnung
Probe 1	340 (inkl. Zementanteil der Zementlinsen)	1.485
	158	1.667 (inkl. Zementanteil der Zementlinsen)

Herstellung des Bettungsmörtels einsetzen.

Ein weiteres Problem, das sich häufig bei der Produktion von Bettungsmörteln in Betonlieferwerken zeigt, besteht darin, dass der tatsächlichen Feuchte der Gesteinskörnung im Betonwerk keine ausreichende Beachtung geschenkt wird. So zeigt sich bei der Überprüfung von Chargenprotokollen der Betonwerke im Rahmen von Schadensfällen nicht selten, dass die bei der Mörtelherstellung berücksichtigten Gesteinskörnungsfeuchten zum Teil nicht mit den tatsächlich vorliegenden Gesteinskörnungsfeuchten übereinstimmen. Hieraus resultieren dann falsche Anmachwassermengen, die sich gerade bei den in steifer Konsistenz hergestellten Bettungsmörteln besonders stark auf die erzielbare Verarbeitbarkeit und damit auch die Mörtel Eigenschaften – etwa die Druckfestigkeit – auswirken.

Da die Oberflächenfeuchten der Gesteinskörnung in der Anlagensteuerung in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen ständig überprüft und angepasst werden müssen, werden bei länger laufenden Projekten demnach häufig auch Bettungsmörtel mit stark schwankenden Wassergehalten und damit auch

Konsistenzen durch die Betonwerke geliefert. Wie oben ausgeführt wurde, werden die Bettungsmörtel aus Gründen des Einbauverfahrens, unter Verwendung von wenig Wasser, in sehr steifer Konsistenz hergestellt. Aus diesen geringen Wasserzugabemengen resultieren die nachfolgend genannten konsistenzbedingten Probleme:

- starke Abhängigkeit der Verdichtbarkeit des Bettungsmörtels von der Wasserzugabemenge;
- Bildung von Zementlinsen.

Die Verdichtbarkeit sehr trockener Bettungsmörtel ist besonders an deren Unterseite bei großer Einbaudicke als kritisch einzustufen. Genau aus diesem Grund zeigen Bettungsmörtel vielfach Verbundprobleme zum Untergrundbeton, die ursächlich darauf zurückzuführen sind, dass der Bettungsmörtel an seiner Unterseite nicht ausreichend verdichtet werden konnte (Abbildung 7). Neben der Einbringung von sehr trockenen Bettungsmörteln hat natürlich auch die Art der Einbringung einen erheblichen Einfluss auf die Eigenschaften des Bettungsmörtels. So ist mittels des händischen Einklopfens der keramischen Platten nur eine geringe Verdich-

tung, ein geringes Rammmaß, erreichbar. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Säurefließner-Vereinigung [7] zeigte sich, dass das Rammmaß, das im Rahmen der händischen Verdichtung erreicht werden kann, nur bei circa 40 Prozent der Verdichtung liegt, die bei maschinellem Einrütteln zu erreichen ist. Mit diesen geringeren Rammmaßen geht auch eine deutlich reduzierte Verbundfestigkeit einher, so dass die Gefahr von Verbundstörungen bei händischer Verdichtung in erheblichem Umfang gesteigert wird. Auch zeigten eigene Untersuchungen, dass die zu erzielenden Festigkeiten mit sinkender Verdichtung erwartungsgemäß ebenfalls reduziert werden (Tabelle 1).

Die Erfahrung aus einer Vielzahl von Untersuchungen an Rüttelböden zeigt, dass die Rohdichte eines sachgerecht eingebrachten Bettungsmörtels mit einer typischen Einbaudicke im Bereich von rund 2,0 kg/dm³ oder mehr liegt. Rohdichten von circa 2,3 kg/dm³, wie sie bei Betonen erreicht werden, sind bei Rüttelböden aber üblicherweise nicht herstellbar.

Bei sehr trocken hergestellten Bettungsmörteln besteht zudem die Gefahr, dass sogenannte „Zementlinsen“ – Aggregate

aus Zementstein und Gesteinskörnung (Abbildung 8) oder aus reinem Zementstein (Abbildung 9) – entstehen, wodurch der zur Festigkeitsentwicklung des Bettungsmörtels beitragende, wirksame Zementgehalt zum Teil massiv reduziert wird.

Derartige Zementlinsen entstehen üblicherweise beim Anmischen sehr trockener, zementärer Mischungen oder wenn diese erdfuchten Mischungen im Transportbetonfahrzeug bei drehender Trommel zur Baustelle geliefert werden. Hierbei kann es passieren, dass sich der nicht ausreichend mit Wasser aufgeschlossene Zement an die leicht feuchte Gesteinskörnung anlagert und die „Zementlinsen“ – ähnlich der Herstellung von Schneemännern – bildet. In der Konsequenz wird der Bindemittelmatrix dadurch Zement entzogen, der als eine Art zementäre Gesteinskörnung vorliegt und nicht zur Festigkeitsentwicklung des Bettungsmörtels beiträgt. Das Mörtelgefüge des Bettungsmörtels erscheint dann sehr bindemittelarm (Abbildung 10).

Im Rahmen von Schadensfällen wird aufgrund dieses bindemittelarmen Erscheinungsbilds nicht selten der Zementgehalt beziehungsweise das Mischungsverhältnis des erhärteten Bettungsmörtels ermittelt. Dies ist auch sachgerecht, sofern die Frage zu beantworten ist, ob im Rahmen der Mörtelherstellung ausreichende Zementgehalte zur Anwendung kamen. Soll aber geklärt werden, wie viel Zement zur Festigkeitsentwicklung des Mörtels beiträgt, dann muss berücksichtigt werden, dass – ähnlich wie bei Baustoffen, die unter Verwendung rezyklierter Gesteinskörnungen hergestellt werden – nicht der gesamte Zementanteil zur Festigkeitsentwicklung beiträgt. Um einen Eindruck über die Größenordnung der gegebenenfalls in Form dieser Zementlinsen gebundenen Zementanteile zu bekommen, ist das Ergebnis einer in der MPVA Neuwied GmbH durchgeführten Untersuchung in Tabelle 2 aufgeführt. ■

Literatur

- [1] DIN EN 206-1 „Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“ (Fassung Juli 2001) in Verbindung mit den Teilen A1 (Fassung Oktober 2004) und A2 (Fassung September 2005);
- [2] DIN 1045-2 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 (Fassung August 2008);
- [3] DIN EN 13 813 „Estrichmörtel, Estrichmassen und Estriche – Estrichmörtel und Estrichmassen - Eigenschaften und Anforderungen“ (Fassung Januar 2003);
- [4] BEB-Merkblatt „Haftzugfestigkeit von Fußböden – Allgemeines, Prüfung, Einflüsse, Beurteilung“ (Fassung November 1995);
- [5] KKS-Verlegerichtlinie „Herstellung keramischer Systemböden“ (Fassung September 2010);
- [6] KKS-Broschüre „Kompetenzkreis keramische Systemböden“;
- [7] Forschungsvorhaben der Säurefliesner-Vereinigung „Einfluss unterschiedlicher Rüttel- und Anklopffverfahren auf die Verbundfestigkeit von im Rüttelverfahren hergestellten keramischen Bodenbelägen“ (Fassung 11. Januar 1989);
- [8] Richtlinien des Arbeitskreises Qualitätssicherung Rüttelbeläge für die „Herstellung keramischer Bodenbeläge im Rüttelverfahren“ (Fassung August 2010);
- [9] ZDB-Merkblatt „Hoch belastete Beläge - Mechanisch hoch belastbare keramische Bodenbeläge“ (Fassung Oktober 2005);
- [10] Dipl.-Ing. (FH) Oliver Mann „Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit von Beton?“ in der Beton (Ausgabe Januar 2011, S. 14-18);

1/3 Schomburg



Der Autor

Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß ist Institutsleiter und Geschäftsführer der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt MPVA in Neuwied.

Darüber hinaus ist er von der IHK zu Koblenz öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für die Analyse zementgebundener Baustoffe.

Fortsetzung folgt ...

In der kommenden Ausgabe von FLIESEN & PLATTEN finden Sie den zweiten Teil dieses Beitrags zum Thema Rüttelbeläge.

www.fliesenundplatten.de

Schlagnote für das Online-Archiv

Estrich, Rüttelverlegung, W/Z_Wert